

## METHOD FOR DETECTING PATTERN EDGE

Patent Number: JP2226001

Publication date: 1990-09-07

Inventor(s): MORITA ETSUYA

Applicant(s): RICOH CO LTD

Requested Patent: JP2226001

Application Number: JP19890046148 19890227

Priority Number(s):

IPC Classification: G01B11/00; G01B15/00; G01N21/88; G01N23/203; H01L21/66

EC Classification:

Equivalents:

### Abstract

**PURPOSE:** To enhance the reproducibility of measurement by readjusting the focus of laser beam or electron beam when the waveform of a reflected signal or that of a secondary electron signal is unsimilar to the waveform of a reference signal to perform re-detection.

**CONSTITUTION:** Prior to measurement, the waveform SA of a reference signal corresponding to a pattern edge is stored in a reference signal waveform memory means 1. At the time of measurement, laser beam is generated by a laser beam generating/scanning means 3 to be projected on an objective pattern and a reflected beam signal is detected by a detector 5 to obtain a reflected beam signal waveform SB which is, in turn, corrected by an amplitude correction means 6 so that the difference between the base line and peak value of the reflected beam signal waveform SB coincides with that of the reference signal waveform SA to obtain a signal SB'. Then, the difference between the reference signal waveform SA and the waveform of the signal SB' is calculated according to a convolution method by a signal waveform comparing means 7 and, when the difference is larger than a prescribed value, the focus of the laser beam generating/scanning means 3 is adjusted through a focus matching mechanism 4 and the difference is set to a prescribed value before measurement.

## ⑫ 公開特許公報(A)

平2-226001

⑬ Int. Cl.<sup>3</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成2年(1990)9月7日

G 01 B 11/00  
15/00  
G 01 N 21/88  
23/203  
H 01 L 21/66

C 7625-2F  
B 8304-2F  
E 2107-2G  
7172-2G  
J 7376-5F

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全5頁)

⑮ 発明の名称 パターンエッジ検出方法

⑯ 特 願 平1-46148

⑰ 出 願 平1(1989)2月27日

⑱ 発 明 者 森 田 悦 也 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内  
⑲ 出 願 人 株 式 会 社 リ コ ー 東京都大田区中馬込1丁目3番6号

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

パターンエッジ検出方法

## 2. 特許請求の範囲

対象パターンにレーザビーム又は電子線を照射することによって得られる反射光信号波形又は2次電子信号波形よりパターンエッジの検出を行うパターンエッジ検出方法において、

上記反射光信号波形又は2次電子信号波形を基準信号波形と比較し、上記反射光信号波形又は2次電子信号波形が上記基準信号波形と非類似の場合には、上記レーザビーム又は電子線の焦点位置を再調整し、その後、再びパターンエッジの検出を行うことを特徴とするパターンエッジ検出方法。

## 3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は半導体製造プロセス等において使用される微細寸法測定装置に使用して好適なパターンエッジ検出方法に関する。

〔従来の技術〕

一般に、レーザビーム走査型の微細寸法測定装置では、対象パターン近傍の基準面に対して焦点合わせを行った後、予め設定した焦点オフセットを行って、対象パターン上をレーザビームで走査し、この走査によって得られる反射光信号波形よりパターンエッジの検出が行われ、対象パターンの寸法、形状が測定される。

また、電子線走査型の微細寸法測定装置では、レーザビームの代わりに電子線を走査して得られる2次電子信号波形よりパターンエッジの検出が行われ、対象パターンの寸法、形状が測定される。

〔発明が解決しようとする課題〕

ところで、レーザビーム走査型の微細寸法測定装置において得られる反射光信号波形は、①焦点合わせ精度(焦点合わせ精度は、基準面の表面状態に影響される)、②焦点合わせ位置と対象パターンとのZ軸方向の相対位置関係(対象パターン近傍に段差がある場合、ステージ位置再現精度の範囲内で焦点合わせ位置が段差上部に来る場合と下部に来る場合とが起こる)、③焦点合わせ後の

フォーカスシフト再現性、などにより変化してしまい、これが測定値再現性低下の原因となっていた。

また、電子線走査型の微細寸法測定装置の場合には、ある面積をもった平面に対して焦点合わせが行われるが、こうして得られた基準面は対象パターンに対して微妙に変動する。また、チャージアップ現象による2次電子信号波形の崩れが起こり、これらが測定値再現性低下の原因となっていた。

本発明は、かかる点にかんがみ、微細寸法測定装置における測定値再現性の向上を図ることができるようにしたパターンエッジ検出方法を提供することを目的とする。

〔課題を解決するための手段〕

本発明によるパターンエッジ検出方法は、対象パターンにレーザビーム又は電子線を照射することによって得られる反射光信号波形又は2次電子信号波形よりパターンエッジの検出を行うパターンエッジ検出方法において、反射光信号波形又は

2次電子信号波形を基準信号波形と比較し、反射光信号波形又は2次電子信号波形が基準信号波形と非類似の場合には、レーザビーム又は電子線の焦点位置を再調整し、その後、再びパターンエッジの検出を行う、とするものである。

〔作用〕

反射光信号波形又は2次電子信号波形が基準信号波形と非類似の場合、これら反射光信号波形又は2次電子信号波形については、その信頼性が低いものとして取り扱うことが妥当である。

ここに、本発明においては、反射光信号波形又は2次電子信号波形が基準信号波形と非類似の場合、レーザビーム又は電子線の焦点位置を再調整し、その後、再びパターンエッジの検出を行うことにしている。基準信号波形と非類似の、すなわち、信頼性の低い反射光信号波形又は2次電子信号波形をもってパターンエッジの検出が行われることはなく、常に基準信号波形と類似した、すなわち、信頼性のある反射光信号波形又は2次電子信号波形をもってパターンエッジの検出が行

われる。

〔実施例〕

以下、第1図ないし第3図を参照して、本発明の一実施例につき説明する。

第1図は本発明の一実施例を実施できるように構成したパターンエッジ検出装置の一例の要部を示すブロック線図であって、このパターンエッジ検出装置は、基準信号波形記憶手段1、基準信号波形読み出し手段2、レーザビーム発生・走査手段3、焦点合わせ機構4、ディテクタ5、振幅補正手段6、信号波形比較手段7、パターンエッジ検出信号出力端子8を設けて構成されている。

本実施例においては、先ず、第2図Aに示すようなパターンエッジに対応した基準信号波形 $S_A$ を基準信号波形記憶手段1に記憶させる。

次に、レーザビーム発生・走査手段3によってレーザビームを発生させた後、焦点合わせ機構4によって、このレーザビームの焦点を対象パターン近傍の基準面に合わせ、その後、予め設定した焦点オフセットを行って、対象パターン上を走査

する。

このようにすると、ディテクタ5により、例えば、第2図Bに示すような反射光信号波形 $S_n$ を得ることができる。

この反射光信号波形 $S_n$ の振幅は振幅補正手段6によって補正される。この補正は、反射光信号波形 $S_n$ と基準信号波形 $S_A$ との類似性を判断できるようにするためのものであって、反射光信号波形 $S_n$ におけるベースラインレベル $BL_n$ と、ピーク値 $P_n$ との差が基準信号波形 $S_A$ のそれと一致するように所定のサンプルポイントで反射光信号波形 $S_n$ の強度 $I_{nn}$  ( $n=1, 2, 3, \dots$ ) を補正することによって行われる。この場合、次式が使用される。なお、式中、 $P_A$ は基準信号波形 $S_A$ におけるピーク値、 $BL_A$ は同じくベースラインレベルである。

$$I_{nn}' = I_{nn} \cdot \frac{|P_A - BL_A|}{|P_n - BL_n|} \quad (1)$$

補正の結果、本例の場合には、第2図Bに破線で示すような補正信号波形 $S_n'$ を得ることができ

る。この補正信号波形  $S_{0'}$  は信号波形比較手段 7 において基準信号波形  $S_A$  と比較され、それらの類似性が判断される。この類似判断は、パターンエッジ近傍に設定されたサンプルポイントについて、いわゆる、たたみ込み (Convolution) 法によって行われる。即ち、次式を用いて値  $C$  を求め、この  $C$  を予め設定した基準値  $C_{th}$  と比較することによって行われる。

$$(\sum (I_{A0} - I_{00'})^2)^{1/2} = C \quad (2)$$

この場合、第 3 図に示すように、補正信号波形  $S_{0'}$  のベースラインレベル  $BL_0$  およびピーク値  $P_0'$  より、それぞれベースラインレベル・ピーク間距離の 5~30%、例えば、15% 内側の位置に検出レベル  $DL_1$  及び  $DL_2$  を設け、これら検出レベル  $DL_1$  及び  $DL_2$  に挟まれた領域内で補正信号波形  $S_{0'}$  の変化率が最大となるポイント  $E_1$  及び  $E_2$  をパターンエッジとみなし、その左右、0.05~0.30  $\mu m$  の範囲、例えば、0.10  $\mu m$  の範囲に 0.01~0.10  $\mu m$  間隔、例えば、0.02  $\mu m$  間隔でサンプルポイントを設定することが好適である。

化させて再走査、再検出を行うようにしているので、基準信号波形  $S_A$  と非類似の、すなわち、信頼性の低い反射光信号波形  $S_0$  をもってパターンエッジの検出が行われることはなく、常に基準信号波形  $S_A$  と類似した、すなわち、信頼性の高い反射光信号波形  $S_0$  をもってパターンエッジの検出が行われる。

したがって、本実施例を使用すれば、微細寸法測定装置における測定値再現性の向上を図ることができる、という効果がある。

なお、上述の実施例において、焦点位置の調整が行われる場合、予め設定した許容値以上の移動があった場合には、その焦点位置をエラーとして検知し、アラームが鳴るように相成することもできる。

また、 $C \geq C_{th}$  の場合には、装置を一時停止させ、アラームにより、作業者のアシストを要求するように相成することもできる。

また、本発明の手法は、ドライエッチング装置に適用することもできる。

ここに、 $C$  が  $C < C_{th}$  の場合、反射光信号波形  $S_0$  は信頼性が高く、逆に  $C \geq C_{th}$  の場合には、信頼性が低いものと考えることができる。そこで、信号波形比較手段 7 は、 $C < C_{th}$  の場合には、所定のパターンエッジ検出信号  $S_0$  をパターンエッジ検出信号出力端子 8 に出力し、 $C \geq C_{th}$  の場合には、反射光信号波形  $S_0$  を検知し、この情報をもとに焦点合わせ手段 4 にフィールドバックするように相成される。

また、これに対応して、焦点合わせ手段 4 は、レーザビームの焦点位置を再調整させるとともにレーザビーム発生・走査手段 3 は、この再調整された焦点位置をもつて対象パターン上を再走査し、 $C < C_{th}$  となるまで、この動作を繰り返すように相成される。

このように、本実施例においては、反射光信号波形  $S_0$  を信頼補正して補正信号波形  $S_{0'}$  を得、この補正信号波形  $S_{0'}$  を基準信号波形  $S_A$  と比較し、この補正信号波形  $S_{0'}$  が基準信号波形  $S_A$  と非類似の場合には、レーザビームの焦点位置を調

すなわち、ドライエッチング装置では、一定波長のプラズマ発光強度の時間変化からエッチングの終点検出が行われる。ここに、装置に異常が発生した場合、プラズマ発光強度の時間変化を示す波形は正常の場合とは異なるものになる。しかしながら、従来のドライエッチング装置では、プラズマ発光強度にしきい値を設け、この値に達する時間のみをモニターしている。このため、プラズマ発光強度の時間変化を示す波形が変化した場合においても、しきい値に達する時間が正常時の場合と同一であれば、エッチングは正常に行われていると判断され、装置の異常を早期に発見することが困難であった。

例えば、第 4 図はプラズマ発光強度の時間変化を示しており、図中、X は正常時のプラズマ発光強度の時間変化を示す波形、 $I_{th}$  はしきい値である。ここに、プラズマ発光強度が波形 X のような時間変化を示すときは、時刻  $t_{ac}$  をもってエッチング終点に達したと判定される。また、プラズマ発光強度が波形 Y のような時間変化を示した場合

には、時刻 $t_{0a}$ をもってエッチング終点に達したと判定され、この場合には、異常が知らされるように成されている。

しかしながら、プラズマ発光強度が波形Zのような時間変化を示した場合には、この波形Zも時刻 $t_{0c}$ でしきい値 $I_{0a}$ と交差する。このため、この場合には異常があると考えられるにも拘らず、これが知らされない。

そこで、かかるドライエッチング装置においても、正常時の基準波形を記憶手段に記憶させ、この基準波形と測定されるプラズマ発光強度の波形とを比較することによって、装置に異常があることを早期に知ることが可能となる。

〔発明の効果〕

本発明によれば、反射光信号波形又は2次電子信号波形を基準信号波形と比較し、非類似の場合は、レーザービーム又は電子線の焦点位置を再調整して再検出を行うとしているので、基準信号波形と非類似の、すなわち、信頼性のない反射光信号波形又は2次電子信号波形をもってパターンエッ

ジの検出が行われることはなく、常に基準信号波形と類似した、すなわち、信頼性のある反射光信号波形又は2次電子信号波形によってパターンエッジの検出が行われる。したがって、測定値再現性の向上を図ることができる、という効果がある。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例を実施できるように構成されたパターンエッジ検出装置の一例を示すブロック線図、第2図及び第3図はそれぞれ信号波形を示す図、第4図はプラズマ発光強度の時間変化を示す図である。

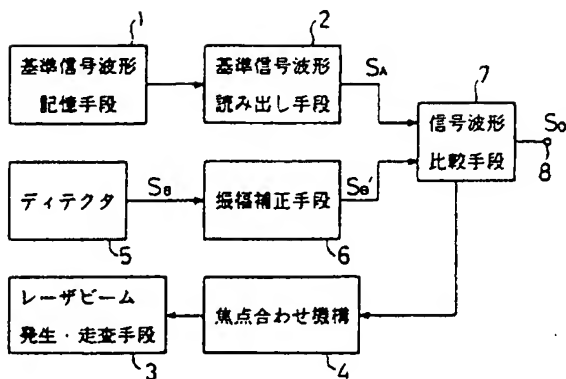
$S_A$  … 基準信号波形

$S_B$  … 反射光信号波形

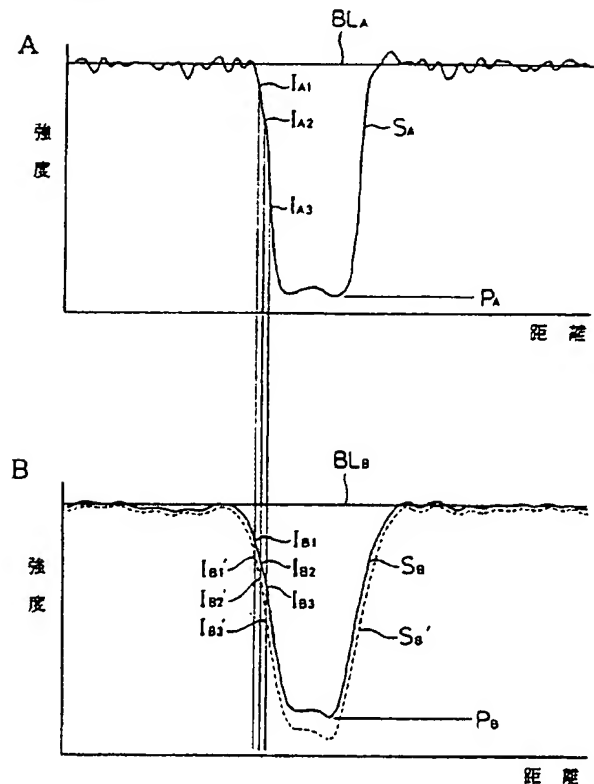
$S_{B'}$  … 補正信号波形

出願人 株式会社 リ コ ー

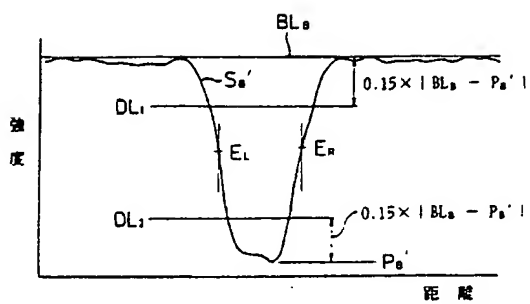
第1図



第2図



第 3 図



第 4 図

